

研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 戦略テーマ重点タイプ

平成 30 年度中間評価結果

1. 研究課題名：カリウムイオン電池およびカリウムイオンキャパシタの基本技術開発
2. プロジェクトリーダー：駒場 慎一（東京理科大学 教授）

3. 研究概要

これまで蓄積してきたリチウムイオン電池およびナトリウムイオン電池の研究成果と技術を礎として、自然エネルギー発電やスマートグリッドに適用する電力貯蔵用定置型蓄電デバイスを目指して、カリウムイオン電池およびカリウムイオンキャパシタを開発する。これらのデバイスは、従来のリチウム系デバイスよりも低コストかつ長寿命になることが期待される。

4. 中間評価結果

4-1 研究の進捗状況及び研究成果の現状

カリウムイオン電池に関する研究はリチウムイオン電池に代わる電池として、元素戦略及びコスト面で重要な研究である。正極活物質、負極活物質、電解質の三大要素に関する研究を実施し、カリウムイオン電池の実現に向けて研究を推進している。正極活物質については、種々の材料の検討を行ってきたが、最終的にヘキサシアノ鉄錯体系の材料に絞り昭和電工との共同により開発を進めてきた。特に、実セルを作製するにあたり大量合成が必要となるが、本研究期間内に正極活物質を大量に合成し、セルを作製し評価するまでに至っている。負極活物質に関しては、昭和電工が有する材料を東京理科大学で検討し、最終的に使用する炭素材料の選定を行った。電解質に関しても、新規な電解液の開発が進んでいる。正極及び負極の充放電反応やその特性に関しては東京理科大学で詳細に検討され、問題点も明らかになっている。また、電解液に関しても工夫がなされている。電池の構成はリチウムイオン電池と同じであるが、負極の銅箔の代わりにアルミニウム箔が使用され、電池のコスト低減に向けて集電体のコストが低減される可能性を示した。

既に、ラミネート型のセルにより試験がなされ電池特性の評価を行っている。正極及び負極において不可逆容量が存在することは、単極の試験時に分かっていたことであるが、セルを実際に組み、試験を行った結果、初回充放電のクーロン効率が低く問題であることが判明した。目標とするエネルギー密度やコストを達成するには、この不可逆容量を低減することが必須である。不可逆容量の原因となっている正極に関する検討が必要である。正極が溶解したりしているわけではないので、電解液系の問題と判断される。本研究では、従来の電解液に加えて新しい電解液の開発も進めてきており、初回充放電時の不可逆性を低減するための新規電解液や添加剤の開発を行うことで、カリウムイオン電池の開発が

可能と思われる。

カリウムイオン電池だけでなく、本研究で培われた技術はカリウムイオンキャパシタにも展開可能であり、それに関する研究も行われた。特にカリウムイオン電池で使用する負極材料として黒鉛を提案し、500 サイクル以上の特性を示している。

4-2 今後の研究に向けて

カリウムイオンキャパシタに関しては、炭素材料の探索を終了しており、今後はサイクル特性などの評価をさらに推進し、その実現に向けて研究開発を継続することが求められる。

カリウムイオン電池においては、材料の選定に関しては問題なく研究が進展しているが、大きな問題として不可逆容量が挙げられる。この不可逆容量の改善が今後の研究の最大の課題であり、カリウムイオン電池の実用化を決める研究となる。正極活物質、負極活物質、電解液の3種類の組み合わせを大きく変更することなく、電池の不可逆容量を低減することが重要である。いずれにしても、東京理科大学での不可逆容量に関する基礎的な研究とそれに基づく昭和電工の実用的・応用的研究が必要である。

最終的には多層化した高容量セルでの検討が必要である。また、多層化したラミネート電池を用いて電池の安全性に関する検討も必要である。特に、カリウム金属析出が生じた場合の電池の安全性に関しては、全く経験のないことなので、カリウムイオン電池を実用化する上で最終的に重要となる課題である。

4-3 総合評価及び研究継続の可否

総合評価 A、研究継続 可

初期の提案では、材料研究を中心課題として開発を進めることになっていたが、迅速に検討した結果、正極材料、負極材料ともに中心となる材料に関する選択を終了することができた。電池作製の向けた大きな一歩と判断する。電池の作製・評価の結果、懸念されていた電池の初期サイクルの低い可逆性を明確にすることができた。しかし、この問題を解決すれば、実用しうる電池ができる可能性も明確に示すことができたとも言える。今後、不可逆容量の理解が進めば、目標としているサイクル特性やエネルギー密度を満足するカリウムイオン電池は作製可能と判断する。カリウムイオンキャパシタに関しては既に炭素材料の選定が終了しており、研究の継続により目標を達成できる可能性が高い。したがって、研究は現状を維持して継続するべきと判断する。

以上